第24卷 第3期　　昆 虫 学 报　　Vol. 24, No. 3
1981 年 8 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Aug., 1981

稻病毒病介体昆虫灰稻虱的研究

阮义理　蒋文烈　林瑞芬
（浙江省农业科学院植物保护研究所）

摘要　灰稻虱是水稻黑条矮缩病和条纹叶枯病的介体昆虫。黑条矮缩病毒在虫体内循回期多数为17—19天，终生带毒，但不经卵传毒。获毒最低温度在8℃以下，在4—5℃不能传毒。

灰稻虱在浙北平原一年发生6代，第1和第3代长翅型成虫大量迁飞，通过麦→早稻→晚稻途径，完成病毒和介体的生活环。病毒的主要感染期，早稻在5月下旬到6月上旬的早栽本田前期，单季晚稻在6月下旬到7月上旬，双季晚稻在7月中旬到8月初的早栽本田前期和秧田期，大、小麦在年内苗期。

在连片种植，选用耐病品种等农业防治的基础上，抓住冬前麦苗期，早栽晚稻本田前期喷药杀灭介体，能基本控制本病害。

灰稻虱（*Laodelphx striatella*. Failén）是水稻的重要害虫之一，除直接为害造成损失以外，还因传染黑条矮缩病和条纹叶枯病而造成稻、麦和玉米的严重损失。病株显著矮缩，不能抽穗结实。损失一般在10—30%，严重达50—70%，个别田甚至无收。

我国以往对灰稻虱研究，大多偏重于害虫本身的发生规律和对直接为害的防治（夏温澍，1962；浦茂华，1963；蔡邦华等，1964），很少涉及传病规律和预防传病方面的研究。本文将灰稻虱作为病毒介体进行了研究，着重探讨昆虫与病毒的关系，从而提出治虫防病的措施。

材 料 和 方 法

供试灰稻虱为人工筛选饲养的无毒低龄若虫（1—2龄），群体在病株上获毒，以个体或群体进行传毒。测定循回期时，取低龄无毒若虫，在病株上吸汁5天，分个体编号接种，连续隔天换苗。温度对昆虫获毒影响的试验是用2龄无毒若虫在复式温箱内进行，于黑条矮缩病麦上获毒15天后，个体按号连续接种4次，以苗发病率作为获毒虫率。温度对昆虫传毒影响的试验，是将每株大麦苗接2头带毒虫，置于不同温度条件下，经4天后除虫移苗。低温对带毒虫传毒和死亡影响的试验，是将带毒虫饲养于大麦苗上，放入0℃以下的冰箱内处理15天，在处理前后，分个体接种在玉米苗上，对号测定带毒虫率，统计处理前后虫子的死亡率。病毒接种供试植物水稻为矮脚南特号，大麦为嵊县无芒六稜，小麦为矮秆红，玉米为金皇后。一般均为1—5叶期苗。所有供试苗，均栽在无虫网室内。

成虫翅型观察，系5龄若虫任其羽化，统计长短翅型成虫数。成虫迁飞观察，用粘胶板或黄色水皿，每天调查一次。粘胶板是在一平方市尺的白塑料薄膜两面涂粘胶。黄皿

本文于1979年6月收到。
本研究得到加善县农业局测报站的大力支持。本所陈声祥、金登迪同志参加部分调查，巫国瑞副研究员作过部分指导并审阅文稿。特此一并致谢。

诱捕用直径1市尺，高2寸，内外涂黄漆的皿，内放清水，水面滴油。

田间灰稻虱和病毒病系统调查，在加善县凤桐公社五一大队研究基点进行。调查对象分为大、小麦，早稻，单季晚稻和双季晚稻。查虫定田不定点，5天一次，用盆拍法双行跳跃取样。查病和查虫在同田，10天一次，麦田定5点约1,000株，稻田定两行500丛稻。

防治试验在研究基点进行，另在桐乡县上市公社等设副点。采取农业防治和治虫防病各项措施，压低虫口控制病害。以防治差的邻近大队为对照区，定期调查虫口和发病率。

实 验 结 果

一、与传毒有关的生物学特性

（一）成虫翅型、迁飞和趋性。

成虫长、短翅型因代别、寄主植物的生育期和生活场所而异。除越冬代外，其余各代均以长翅型占多数（84.1%以上），尤以第1代和第3代长翅型占97%以上。取食抽穗期的雌虫其长翅型的比例显著高于取食分蘖到孕穗期的雌虫。绿肥田越冬代虫的长翅型（占45.7%）则高于麦田（仅占6.7%）。

灰稻虱迁飞是传播病毒和完成病害侵染循环的一个重要环节。田间长翅型成虫出现的时期和虫量，直接关系到迁飞的时期和虫量。一年中田间出现2次迁飞高峰，即第1代成虫从小麦田等处迁飞到早稻田，第3代成虫从早稻田迁飞到晚稻田。每次迁飞盛期后，相隔1月左右，即出现发病高峰期。掌握成虫迁飞时期和带毒虫口数，并参照水稻生育期，这是预测病毒病发病程度的重要依据。

成虫有趋嫩绿、高大和茂密稻株的习性，一般早播早栽，多施氮肥和生长嫩绿的稻田，成虫迁入量特别大，发病也重，这些田是防治的重点对象田。第1代成虫，在淡黄色水皿中诱到最多，橙黄、黄、深绿、绿和淡绿色均较少。

（二）传播黑条矮缩病毒。

表1 温度对灰稻虱获得黑条矮缩病毒的影响

温度	获毒后天数	总虫数	传毒虫数	获毒虫率(%)
8℃	19	41	0	0
	21	35	0	0
	27	28	4	14.4
	31	11	4	36.4
12℃	19	30	0	0
	21	25	0	0
	27	20	7	35.0
	31	14	7	50.0
16℃	19	52	0	0
	21	47	8	17.2
	27	34	16	27.1
	31	28	15	53.5

1. 循回期和传毒状况　循回期最短为 8 天，最长 27 天，多数为 17—19 天。获毒虫率一般在 50% 左右，高的可达 80% 以上。开始传毒后到死亡能终生传毒，不因脱皮而失毒。多数虫间歇传毒，部分虫基本上能连续传毒。病毒不经卵传到下一代。

2. 温度对灰稻虱获毒的影响　昆虫在 8℃、12℃ 和 16℃（±1℃）恒温下，在病株上吸汁 15 天，均可获毒，并通过循回期传毒。但在8℃和 12℃ 下，循回期延长，在 8℃ 下获毒虫率降低（表 1）。

3. 温度对灰稻虱传毒的影响　带毒虫在 4°—5℃，12—14℃ 和 16℃ 温箱内传毒 4 天，结果是 4°—5℃ 下传毒虫率为 0（$N = 69$），12°—14℃ 为 24.7%（$N = 81$），16℃ 为 23.6 %（$N = 68$）。

4. 低温对带毒灰稻虱传毒和死亡率的影响　带毒虫在 0—-7℃ 的低温下经 15 天，对传毒虫率和死亡率均无明显影响，但虫总死亡率随温度下降而增加（表 2）。

表 2　低温对带黑条矮缩病毒的灰稻虱传毒和死亡率的影响

处理温度（℃）	处理前传毒虫率			处理后传毒虫率			总死亡率			带毒虫死亡率		
	总虫数	传毒虫数	传毒虫率(%)	总虫数	传毒虫数	传毒虫率(%)	总虫数	死虫数	死亡率(%)	总虫数	死虫数	死亡率(%)
0—-2℃	70	22	31.4	53	20	37.7	74	17	23.0	17	7	41.2
-5—-7℃	72	23	31.9	41	17	41.2	75	32	42.7	32	9	28.1

二、灰稻虱的发生和病毒病的传播

灰稻虱在浙北平原稻区一年大多发生 6 代，少数迟发的仅能完成 4—5 代。大多以 4 龄若虫在麦苗和绿肥田里的杂草——看麦娘上越冬，病毒主要在带毒越冬若虫体内和病麦株内越冬。第 1 代虫主要在麦田繁殖，并从病麦上获毒，迁入早稻田内传毒，引起早稻初次感染。第 1 代虫黑条矮缩病和条纹叶枯病的自然带毒虫率为 5.4—16.9%。第 2、3 代虫在早稻田繁殖，从病稻上获毒，第 2 代部分带毒成虫迁到单季晚稻本田传毒，第 3 代带毒成虫迁到双季晚稻本田传毒繁殖，分别使单、双季晚稻初次感染。第 3 代虫的自然带毒虫率为 11.3—13.2%。第 4—5 代虫在晚稻田繁殖，10 月中、下旬孵化的第 6 代若虫，逐渐进入越冬状态，在晚稻收割后转到麦苗上。从晚稻病株吸毒的带毒虫，将病毒传给大、小麦，而引起麦子初次感染。

（一）越冬代灰稻虱的转移和大、小麦黑条矮缩病的发生

晚稻收割前后，长翅型带毒成虫迁到早播（10 月底前播）麦田产卵和传毒，使麦苗当年发病。晚稻收割后，种绿肥等不翻耕的板田内的若虫大多在原田越冬，翻耕田内的若虫大多死亡，少数逃到邻近田埂或杂草上，不久再陆续迁到麦苗上。麦田内的若虫，开始大多集中在田边离田埂 5—6 尺范围内，以后再向田中迁移，故麦田田边发病重于田中心。早播麦发病重，虫口密度也高。

翌年 3 月越冬虫羽化，部分长翅型成虫迁飞到迟熟嫩绿的小麦田内繁殖传毒，引起迟小麦再次感染。

早播麦在 11 月下旬到 12 月就有较多病株出现，较迟感染的到翌年春暖后陆续发病，病株在 3 月中、下旬麦子孕穗后增加较快。中、迟播麦苗当年不发病，翌年仅有少量发病。根据田间病、虫消长情况及不同时期病株所占比例看，大、小麦黑条矮缩病的主要感染期是在冬前苗期到分蘖初期。

(二) 早稻田虫口消长和黑条矮缩病的发生

从 4 月中旬绿肥田翻耕开始就有少量越冬虫迁入早稻秧田，在大麦收割后有较多第 1 代虫迁入迟播秧田。在移栽后有少量虫迁入二熟制早稻本田，如邻田大麦收割，则有大量虫被迫逃到田边传毒，使边行稻矮缩。5 月下旬到 6 月上旬的第 1 代成虫迁入较多，到小麦收后，迁飞基本结束。稻田虫口消长成双峰型，第 2 和第 3 代若虫高峰分别出现在 6 月中旬和 7 月中旬。第 2 代成虫有部分迁出，第 3 代成虫则大多迁出。三熟制早稻本田各代发生高峰期，略迟于二熟制早稻，第 1 代成虫迁入较少，故前期虫口不多，第 2 代成虫有部分迁入，使后期虫口密度上升较快。

早稻秧苗未见发病，三熟制早稻在 6 月中旬开始发病，7 月上、中旬水稻乳熟期病株增加最快，并达发病高峰，此时距第 1 代成虫迁入传毒盛期为 30 多天，符合黑条矮缩病的潜育期。三熟制早稻发病迟一旬左右。据田间虫、病消长和病害潜育期推算，5 月下旬到 6 月上旬早稻分蘖初期为主要感染期，由第 1 代带毒成虫传染，在 6 月中、下旬发病的第 2 代带毒虫，还能引起三熟制早稻再次感染。

(三) 单、双季晚稻虫口消长和黑条矮缩病发生

单晚秧田期，在 6 月上旬有较多第 1 代成虫迁入传毒，在播种后半月内秧苗生长幼嫩，成虫迁入最盛。本田在移栽后即有较多成虫迁入，第 2 代成虫于 6 月下旬到 7 月初大量迁入，为第 1 次迁飞盛期，第 3 代成虫在 7 月中旬到 8 月上旬大量迁入，为第 2 次迁入盛期。在每次迁入盛期后 20 多天，出现病株骤增期。8 月中旬以后，因稻田药剂治虫和高温等影响，虫口密度较低。双季晚稻秧田在现青后即陆续有较多第 2、3 代成虫迁入，以播种后半月内的嫩秧期迁入最多，本田在移栽后即有成虫迁入，以早栽田迁入较多。因药治和高温等影响，本田虫口一直很低。

单、双季晚稻的秧苗均有病株，并有一部分已感染而未发病的带毒秧苗，在移栽到本田后再发病的。单晚本田初期病株不断增加，有 2 次病株骤增期，第 1 次在 7 月下旬到 8 月上旬即水稻拔节期，第 2 次在 9 月上旬即水稻抽穗期，此时发病率已达最高峰。双晚在移栽后病株逐渐增加，以 8 月中旬增加较快，到水稻乳熟后期达发病高峰。根据田间虫、病消长和病害潜育期推算，单晚的主要感染期在 6 月下旬到 7 月上旬本田前期，由第 2 代带毒虫而引起。在 7 月中旬发生的第 3 代带毒虫还能引起再次感染。双晚的主要感染期在 7 月中旬到 8 月初秧田和早栽本田前期，由第 3 代带毒虫传染。

三、防治

(一) 治虫防病的适期试验

1. 麦田治越冬虫对预防黑条矮缩病效果　以冬前麦出苗后全面喷药的防治效果为最好，冬前部分麦田防治或对中、迟播麦田田边、田埂喷药效果较差。冬后 3 月中旬、在越冬若虫羽化而尚未产卵时全面喷药几乎无效（表 3）。

表 3 麦田治越冬灰稻虱对黑条矮缩病效果

处理	试验 I		试验 II	
	一代虫口平均减少(%)	平均防病效果(%)	一代虫口平均减少(%)	平均防病效果(%)
冬前麦田全面喷药	69.5	84.7	55.7	76.0
冬前麦田部分喷药	0	23.7	—	41.0
冬后麦田全面喷药	33.9	7.3	—	—

2. 治麦田第 1 代灰稻虱若虫保护早稻作用　防治区小麦田在 5 月中、下旬若虫羽化前全面喷药 1 次。在研究基点经防治后，麦田虫口减少 95% 以上，早稻黑条矮缩病平均株发病率为 4.6%，比对照区株发病率（6.9%）降低 33.3%。在试验副点经防治后，早稻黑条矮缩病平均株发病率为 7.4%，比株发病率 13.2% 的对照区降低 44.2%。防治区虽从周围未防治田迁入较多成虫，但对保护早稻仍有一定作用。

3. 早稻本田防治

（1）防治本田初期迁入的第 1 代成虫　分别在研究基点和副点试验，在迁飞始盛期和盛末期各喷药 1 次，防治效果均不理想。因此治早稻本田控制早稻病害比较困难。

（2）治早稻后期第 3 代若虫　早稻重病田畈（株发病率 20—79.2%），在早稻收割前全面喷药，基本上杀灭早稻田虫口，双季晚稻平均株发病率为 1.2%，比邻近未防治的对照区（2.8%）减轻 55.9%。

4. 单季晚稻防治适期试验

（1）秧田防治　①分别播种后 12—14 天，19—20 天和 26—28 天共喷药 3 次，秧苗发病率为 0.5—1.1%；②播种后 21 和 28 天共喷药 2 次，秧苗发病率为 6.4%。可见抓住迁飞盛期喷药效果才好。

（2）本田防治　①在 7 月上旬单晚分蘖初期施药 1 次，平均株发病率为 3.9—5.9%，不防治对照为 9.3%，防病效果为 36.9—58.3%；②7 月下旬单晚分蘖末期施药 1 次，或③分蘖末期到拔节期施药 2 次的，效果均不佳。又于分蘖初期用 50% 乙拌磷活性炭粉剂，每亩 0.5 和 1.5 斤撒施，虫口减少 99—100%，株发病率为 4.4% 和 3.6%，比对照发病率降低 52.8% 和 61.3%。这些结果都证明本田分蘖初期施药防病效果较好。

5. 双季晚稻防治适期试验

秧田防治分：①在播种后 15、24 和 31 天共喷药 3 次，秧苗发病率 0.9%；②播后 20 和 31 天共喷药 2 次，发病率 1.5%；③播后 42 和 53 天共喷药 2 次，发病率 6.4%。防治适期也是在秧田前期。本田防治因对照发病轻，效果不明显。

关于治虫药剂种类，经试验常用的六六六、马拉松、敌百虫、乐果和 1605 等，均具有良好效果。

（二）综合防治措施及效果

在研究基点采取“农业防治为基础、治虫防病抓适期”的综合防治措施，连续实行 2 年，取得著显效果。其主要措施有：

1. 调整作物布局，按作物品种成熟期连片种植，缩减作为虫源和病源的单季晚稻田面积，这是治虫防病的基础。

2. 种植耐病水稻品种，如青小金早和广六早等，淘汰感病品种矮脚南特号和团粒矮等。据基点调查，前二品种的株发病率仅 1.1—2.8%，而后二品种为 4.3—18.2%。

3. 药剂治虫防病

(1) 冬前治麦田保早稻。早播麦出苗后全田每亩喷 2% 杀螟松粉剂 2—3 斤，10 月底以后播种的麦田，仅在田埂上喷药。冬季麦田治虫，不但直接减轻麦子发病，而且因毒源和虫源都大大减少，起到保护早稻作用。

(2) 单、双季晚稻秧田喷药 1—3 次，本田结合治螟等，用药 2、3 次。早栽早稻在邻近大麦收割后，稻田边行及时喷药灭虫。

综合防治区共 850 多亩，连续 2 年运用上述防治方法，虫口密度和发病率显著降低（表 4）试验表明，压低麦田病害和虫口，能减轻稻田病害和虫口。1967 年因麦田防治未全面进行，效果较差，麦子发病较重，虫源较多，早稻发病较重。1968 年麦田冬前全面防治，病轻虫少，早稻发病亦随之大幅度下降。

表 4 综合防治区水稻病毒病和灰稻虱发生情况

作 物	调 查 项 目	1968 年	1967 年	1966 年
大小麦	黑条矮缩病株发病率(%) 第 1 代若虫数(头/亩)	3.3 34,090	6.9 50,570	
早 稻	黑条矮缩病株发病率(%) 条纹叶枯病株发病率(%) 第 1 代成虫数(头/亩)	2.6 0.2 2,850	5.5 0.7 5,560	15.0
单 晚	黑条矮缩病株发病率(%) 条纹叶枯病株发病率(%) 第 2 代成虫数(头/亩)	1.7 0.2 840	5.7 0.9 5,570	23.8 9.0
双 晚	黑条矮缩病株发病率(%) 条纹叶枯病株发病率(%) 第 3 代成虫数(头/亩)	1.3 0.1 770	2.3 0.2 1,440	21.5 3.7

注：1966 年未防治，1967 年初步实行综合防治，1968 年进一步实行综合防治。

结 论 和 讨 论

1. 灰稻虱一年中有 2 次迁飞传毒高峰，即 1 代成虫从麦田迁向早稻田传毒，第 3 代成虫从早稻田迁向晚稻田传毒。

2. 黑条矮缩病毒在灰稻虱体内循回期多数 17—19 天，虫子终生带毒，但不能经卵传毒。虫在 8℃ 恒温时虽能获得病毒，但比较高温度时的获毒虫率低，开始传毒时间较迟，即循回期延长。在 4—5℃ 时不能传毒，12—16℃ 时传毒虫率相似，这可能因低温下虫吸汁量和吐出量很少（安尾俊等，1965）。传毒最低温度可能和吸汁取食最低温度相似。带毒虫在 0°——2℃ 和 −5°——7℃ 低温下15天，其传毒虫率和死亡率无大差异，即带毒虫

和无毒虫的耐低温能力相似。

3. 灰稻虱及其所传病毒，通过麦→早稻→晚稻这一途径完成其生活环。病毒在若虫和病麦体内越冬。病毒的主要感染期，早播麦为当年苗期，早稻为早栽本田前期，单、双季晚稻为早栽本田前期和秧田期。

4. 综合防治措施以连片种植和选用耐病品种为基础，药剂治虫防病的适期，早播麦在冬前苗期，单、双季晚稻是早栽本田前期。麦田1代若虫，一般情况兼治就可以，在病重虫多时应抓紧治。早稻后期尽量兼治。单、双季晚稻秧田一般可兼治。防治主要对象田，应是早栽早发，氮肥多生长嫩绿和靠近重病的田块。麦田、秧田和本田前期，喷粉或喷雾效果较好，本田后期改用拌灰撒施或泼浇。

冬前麦田治虫应选晴热天气，多数效果较好，但防治田如与未收割的晚稻田、绿肥田或坟地、草地相邻，效果较差。因此，在迟熟晚稻收割后，对邻田麦苗及绿肥田边应挑治一次。早稻本田前期防治效果不佳，可能因灰稻虱寄主多、虫源广、迁飞期长。因此，田边杂草也要进行防治。

参考文献

夏温澍　1962　武昌灰稻虱的初步研究。昆虫学报 **11** (2): 105—17。

浦茂华　1963　苏南灰稻虱的初步研究。昆虫学报 **12** (2): 117—36。

蔡邦华等　1964　华北稻区灰稻虱的研究。昆虫学报 **13** (4): 552—71。

岸本良一　1966　ヒメトビウンカの生態と防除。植物防疫 **20** (3): 126—30。

岸本良一　1972　稲しまはがれ病の生態遺伝 **1972** (12): 34—40。

安尾俊、石井正義、山口富夫　1965　稲縞葉枯病に関する研究。第1报。关東東山地域における稲縞葉枯病の發生機構に關する研究。農事试験場研究報告 **1965** (8): 17—108。

STUDIES ON THE RICE VIRUS VECTOR SMALL BROWN PLANTHOPPER *LAODELPHAX STRIATELLA* FALLÉN

RUAN YI-LI CHIANG WEN-LI LIN RUI-FEN
(*Zhejiang Academy of Agricultural Science*)

The small brown planthopper *Laodelphax stristella* Fall'en is the vector of rice black-streaked virus and rice stripe virus. The incubation period of black-streaked virus in the vector is from 17 to 19 days; this virus persists in the vector but there is no transovarial passage. The low temperature threshold for acquisition feeding is below 8°C, and the vector can not acquire and transmit this virus at 4—5°C.

The vector occurs 6 generations per year. Many emigrating macropterous adults occur in the 1st and 3rd generations; the transmission cycle of the virus and its vector is as follows: winter wheat → the first crop of rice → the second crop of rice. The major infection periods occur in the late May and early June during the early transplanting stage for the first crop of rice, in the middle July and early August during the seedling and early paddy field stage for the second crop of rice, and in the winter during the seedling stage of barley and wheat.

Based on the cultural practices such as synchronizing the rice planting in vast areas, and selecting and utilizing the resistant rice varieties, the virus diseases can be controlled by killing the vectors with insecticides at the winter seedling stage of barley and wheat, and at the early paddy stage of the second crop of rice.